Географски годишњак - СГД, Подружница Крагујевац, бр. 30, 1994.
Geographical annual - Serbian Geographical Society,
Section in Kragujevac, N° 30, 1994.

UDK 911.2 (211.213)
Прегледни чланак

ТОМИСЛАВ РАКИЋЕВИЋ

ПРОМЕНЕ КЛИМАТА У ГЕОЛОШКОЈ САДАШЊИЦИ - ХОЛОЦЕНУ

Извод: У холоцену (током последњих 10.000 година), издваја се пет климатских фаза: постглацијални климатски оптимум, у чијој су кулминацији (пре 7 до 5 хиљада година), температуре биле 1-2°C више од садашњих, затим прохладно "гвоздено доба", други климатски оптимум у периоду раног средњег века (са максимумом од 1000. до 1200. године нове ере), "мало ледено доба" које је почело пре око 550 година, и на крају, период савременог отопљавања (од друге половине XIX века).

Кључне речи: Холоцен, климатске промене, климатски оптимум, "мало ледено доба", савремено отопљавање.

Abstract: A five climatic phases was devided in the holocen (during last 10.000 years): postglacial climatic minimum, temperature was 1-2°C higher than now in culmination (7000-5000 years before); afterwards, cooler "iron age" as a second climatic optimum in the early Middle Age (with maksimum in 1000-1200 years New Age); "short ice age" that was begun about 55o years before, and the end contemporary ice melting period (from second part of XIX century).

Key words: Holocen, climatic change, climatic optimum, "short ice age", contemporary melting.

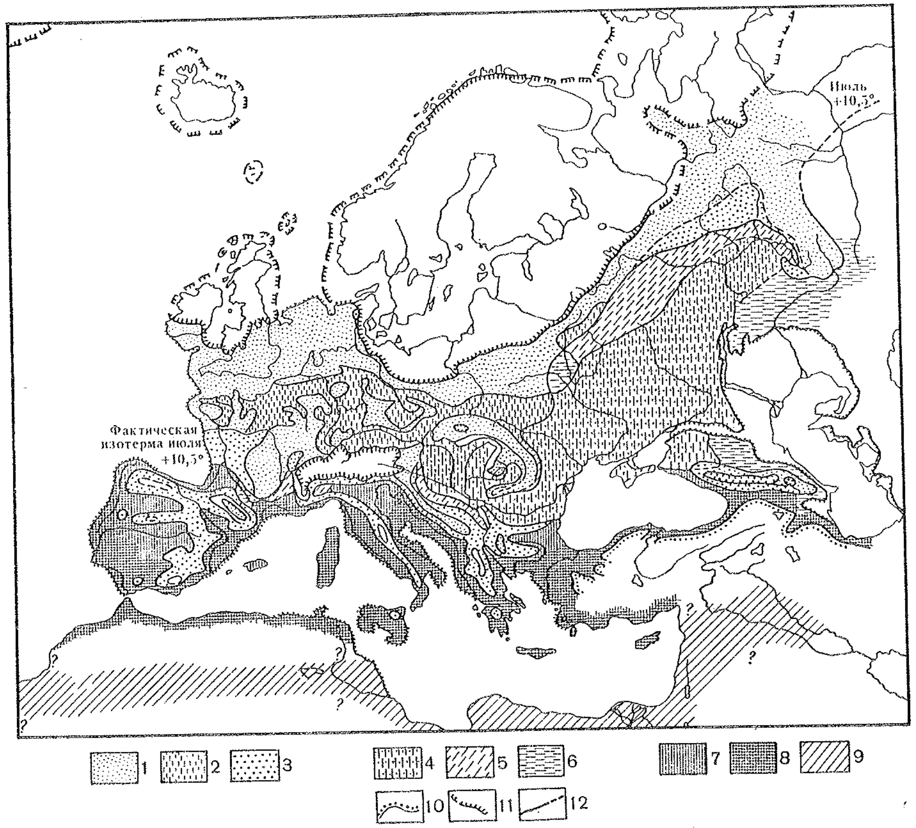
Увод. - Геолошку историју наше планете редовно су пратиле климатске промене. Поготову за последњу периоду (*квартар* или *антропоген*), карактеристично је наизменично и релативно брзо смењивање хладних и топлих интервала, односно *глацијала* и *интерглацијала*. Тако је у току квартара европски ледник (инландајс), четири пута напредовао према југу и четири пута се повлачио на север. Дакле, квартар чине четири глацијала Гинц, Миндел, Рис и Вирм три интерглацијала и један постглацијал - геолошка садашњица или *холоцен* (1; 207).

Холоцен је започео пре око 10 хиљада година брзим порастом температура, наглим повлачењем ледника у више географске ширине и веће надморске висине, као и издизањем нивоа Светског океана, који је садашњу своју висину достигао пре близу 6000 година. Односно, ниво му је "порастао", у односу на последњи вирмски глацијал (Würm), у његовој максималној фази (пре 22 до 20 хиљада година) за око 130 метара (2; 143). С обзиром

Др Томислав Ракићевић, редовни професор, Географски факултет, Природно-математички факултет, Београд

Уредништво је прихватило чланак 28. 11. 1994. год.

да се протеклих 6 хиљада година ниво Светског океана није значајније колебао, може се закључити да је *климат* у последњих шест миленијума *био релативно стабилан.*



Ск. 1. – Распростирање леденог покривача и климатских зона у Европи у последњем глацијалу. *Климати тундре* (1, 2 и 3); *климати степа* (4, 5 и 6); *климати шума* (7, 8 и 9); *граница приобалног леда* (10), *граница континенталног ледника-инландајса* (11); *изотерма јула од* +10,5° C (12) – *граница шума* (Klische: Allgemeine Klimageographie; Berlin, 1966)

Fig. 1. – Spreading of ice field and climatic zones in Europe during the last glaciation. Climates of tundra (1, 2 and 3); Climates of steppes (4, 5 and 6); Climates of forests (7, 8 and 9); Border - line of coastal ice (10) Border - line of continental glacier inlandajs (11), izotherm of July +10.5°C (12) - Border line of forests

Али, многи геолошко-геоморфолошки индикатори, као и археолошки налази, историјски записи, а поготову *савремене методе* (анализа полена, метод радиоактивног угљеника - C_{14}, утврђивање односа изотопа кисеоника $O^{18} : O^{16}$ у седиментним стенама и састава ваздуха који је у мајушним мехурићима сачуван у слојевима леда наслаганих током минулих векова) и на

крају инструментална мерења, показују да се клима у холоцену значајно мењала. Према томе, може се рећи, да су у *историји климата* његове *промене* и *колебања п р а в и л о-не изузетак.* Тако је било у прошлости, а тако ће свакако бити и у ближој и даљој будућности. Међутим, док су у прошлости промене климата изазивали природни узроци, добрим делом засада и недовољно познати, данас је проблем климатских колебања постао сложенији јер антропогени фактори такође доводе до значајних климатских промена.

КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ХОЛОЦЕНА

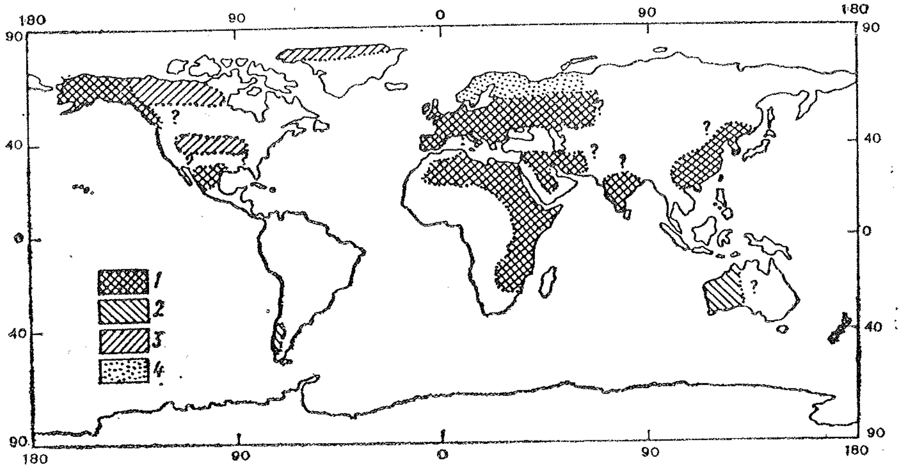
За холоцен су такође карактеристична климатска колебања, па се у овом најмлађем периоду Земљине историје могу издвојити пет климатских фаза. Прва од њих - *"постглацијални климатски оптимум"*, у чијој су кулминацији, пре 6000 до 5000 година, просечне температуре на Земљи биле за 1-2°C више од садашњих. Затим је, пре око 3000 године, наступило прохладно *"гвоздено доба"* са кулминационим периодом између 900. и 300. године пре нове ере, који смењује *"други климатски оптимум"* у периоду раног средњег века, са максимумом од 1000. до 1200. године нове ере. Пре око 550 година долази до осетног захлађења познатог као *"мало ледено доба"*, које се завршава средином 19. века. На крају, последњих 150 година (од око 1850. г.), може се означити као *фаза савременог отопљавања.*

Према, томе, издвојене климатске фазе се разликују по дужини трајања. Свакако су различити и узроци који су их изазвали, док су наша знања о климатским приликама у издвојеним фазама све скромнија и уопштенија уколико су оне удаљеније од савременог тзв. *инструменталног* периода.

Постглацијални климатски оптимум. - Током плеистоцена (леденог доба), температуре ваздуха на Земљи у целини, по *А. Пенку* (A. Penck, 1893), биле су за око 8°C ниже од садашњих. Међутим, према новијим схватањима захлађење није могло бити подједнако у свим ширинама. У тропским областима (између повратника), температуре су биле ниже за око 4°C, а у вишим ширинама од 8-12°C. Док је Земља била хладнија у просеку за око 5°C (**3**, 297).

Ако оставимо по страни слабе изражене циклусе отопљавања и захлађења, може се рећи да је у холоцену, који је, како закључује *А. Величко* (1991), "стварно почео пре 10.300 година", бивало све топлије "до позноатланске фазе (пре 5500-5000 година), када су зимске и летње температуре у умереним ширинама биле више за 3-4°C у односу на садашње" (**4**, 8). Судећи по палеоботаничким индикаторима, чак је и климат Скандинавије означен као топао и влажан (**3**, 303). Шуме су се простирале знатно север-

није него данас, а њихова горња граница на Скандинавским планинама је лежала на 300 m већој надморској висини. Због високих летњих температура значајна површина Северног Леденог океана "ослобађа" се од леда. Последњи платоски ледници у Европи и Северној Америци се отапају, а планински ледници повлаче у веће висине. Ниво Светског океана за 3 метра је виши од садашњег. Земље северне Африке и Блиског истока су довољно влажне. Египат је под саваном (са жирафама) а Сахара под степом. Ниво Мртвог мора је 120 метара виши него данас, што је утврђено на основу наслага соли и фосилних остатака на странама његовог басена. Иначе, Мртво море као уворно језеро (без отоке) у које се улива река Јордан, изванредан је показатељ влажности. Односно, ниво Мртвог мора одређен је протицајем Јордана (који зависи од количине падавина) и испаравања са површине језера, тј. температура ваздуха.



Ск. 2. - Распоред падавина у "постглацијалном климатском оптимуму" (пре 7000 до 5000 година) **1** - влажније; **2** - влажније крајем интервала; **3** - сувље; **4** - сувље крајем интервала (беле површине без промена) - у односу на садашњу количину падавина

Fig. 2. - Disposition of rainfalls in postglacial climatic optimum (before 7000 to 5000 years) **1** - moister; **2** - moister at the end of interval; **3** - more arid; **4** - more arid at the end of interval (white areas without changes) compare with the quantity of rainfalls of present day.

Широке просторе Европе "ослобођене од леда" и оптималним климатским условима, почели су да насељавају народи са Иранске висоравни и Индијског полуострва. Зато језици многих европских народа умају у *својим коренима доста заједничког са санскритом* - језиком древне Индије, па су сврстани у групу индо-европских језика, а наша, једна од основних раса људског рода названа је индо-европском (**5**;199).

Отопљавање је захватило и јужну полулопту. Ово потврђују остаци појединих биљних врста у крајњим јужним деловима Јужне Америке, Новог Зеланда и Аустралије. Температуре ваздуха на Антарктиди, Огњеној Земљи и Хималајима, биле су приближно за 2-3°C више у односу на садашње (**6**; 104).

Прохладно "гвоздено доба". - Од око 3000. године пре нове ере почиње постепено захлађење и уопште погоршање климе. Најнеповољнији климатски услови, према европским хроникама, владали су између 900. и 300. године пре нове ере. Снижавање темперетура пратио је значајан пораст падавина, што је имало за последицу проширивање површина под мочварама и стварање пространих тресетишта на северу Евроазије, укључујући Скандинавију, Ирску и Немачку. Граница шума на територији Русије значајно се повукла према југу у односу на претходни период. Смањен је и број биљних врста у њима, што указује на значајно снижавање летњих температура. Многа насеља на обалама језера и у алувијалним равнима река у средњој Европи, захваћена и "заробљена" баруштинама и мочварама била су напуштена. На другој страни Сахара постепено прелази у полупустињу. А, према америчком археологу *Х. Вајсу* са Јел универзитета, око 2000. године пре наше ере је дошло до драматичних климатских промена, које су изазвале пропаст првих држава у долинама Тигра и Еуфрата, на просторима садашњих држава Ирака и Сирије. Наиме, током три века количина падавина је бивала врло мала. Суша је харала. Реке су имале све мање воде, а многе су и пресахле, што је учинило да су најстарији градови као Ур, Нинива, Акада и Вавилон напуштени.

Анализе поленовог праха у језерским наслагама и тресетиштима у североисточним деловима Кине показују да је у овој простаној земљи, око 3000. године пре наше ере, наступио период општег захлађења са неколико циклуса посебно хладне климе који трају по 300 година. То су пеироди од пре 5,0-4,7 хиљада година, затим 4,4-4,1 и 3,0-2,7 хиљада година. Температурне криве урађене на основу *анализа поленовог праха потпуно су сагласне са историјским записима о климатским приликама* (**7**; 62).

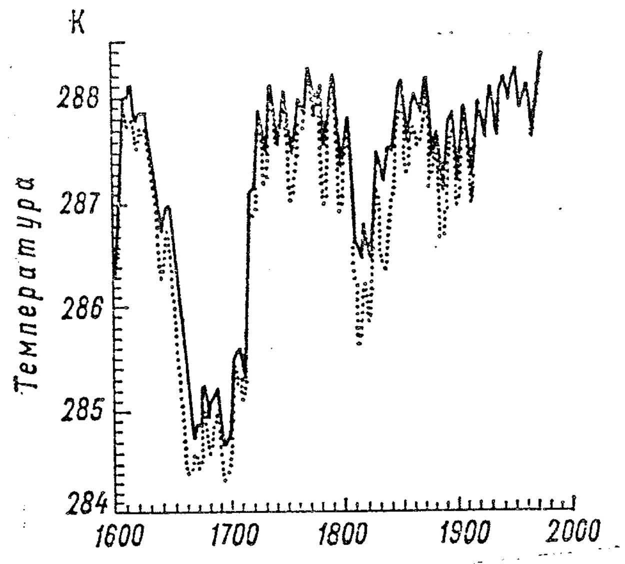
Други климатски оптимум. - Климатографска скица раног средњег века, захваљујући историјским записима, знатно је потпунија у односу на претходну фазу. Међутим, историјски извори указују да су се климатска колебања и промене одигравале у знатно краћим циклусима који су трајали деценијама, а не вековима, што потврђују у савремене палоклимаске методе. Сем тога, периоди топлије и хладније, *влажније* и *сувље климе* најчешће нису имали *глобалне већ регионалне размере а догађали су се у различитим временима.* У сваком случају рани средњи век почео је осетним отопљавањем климата. Тако из римских извора сазнајемо да су винова лоза и маслина, око 100.

године пре нове ере, гајене у северним деловима Италије, што у претходним столећима, због оштрих и неповољних климатских услова, није било могуће. На почетку нове ере клима у Европи и Северној Америци била је слична садашњој, док је Азија имала нешто више падавина него данас. Нил се одликовао великим поводњима, што значи да су зениталне кише на Језерској висоравни и Етиопији биле обилније него данас (**3**; 305)

Осетно отопљавање наступило је половином IX века. Пливајући лед у северном Атлантику сасвим се проредио. Површине под ледом у водама Артика значајно су смањене. Викинзи својим бродовима стижу до обала Исланда, Гренланда и Северне Америке на којима образују своје колоније. Према нордијским сагама, Ф. Вилгердсон као први Норвежанин (865. г.) досеже обале Исланда. Али, одмах се враћа у Норвешку са причама о "фјордовима окованим ледом", па је острво добило име Исланд - "ледена земља". Међутим, већ 874. године на Исланд долазе други Норвежани и оснивају колонију која се брзо развија (чему је свакако допринела и повољна клима), што указује и на брза климатска колебања. Око 985. године Ерик Риђи са Исланда долази на Гренланд и с правом му даје име "Зелена земља". Наиме, најновија проучавања заснована на односу изотопа кисеоника у наслагама леда, потврђују да је Ерик Риђи допловио на Гренланд крајем најдужег топлог периода са највишим температурама које су се икада јавиле у овом региону (**6**; 110). Син Ерика Риђег - Лајф, око 1000. године долази на обале Северне Америке.

Период између 1000. и 1200. године у Европи и уопште на северној полулопти у климатском погледу био је врло повољан, па је ово раздобље означено као *други климатски оптимум* или *мали оптимум*. У централној и западној Европи *а р е а л винове лозе*, чије се распрострањење често користи као *индикатор топлог и релативно сувог климата,* проширен је за 3 до 4 меридијанска степена према северу. У Енглеској су засади винове лозе проширени на области у којима се она никада пре нити после тога није гајила. Према *Х. Лему* (Lamb) и *Х. Флону* (Flohn) у Енглеској је заступљена блага - пријатна клима са повишеним зимским и летњим температурама, али нешто умањеним количинама падавина у летњој половини године. Судећи према горњој граници шума и дужини планинских ледника, температуре у Европи су за око 1,0^{0}C биле више него данас, а Средоземље и земље Блиског истока имале нешто више падавина. Али, према неким подацима у "малом оптимуму" било је и неочекивано оштрих зима. Тако је у старим хроникама забележено да се у зиму 1010/1011. године *на Нилу код Каира појавио лед,* да се 1048. године заледио Категат па је чопор вукова из Норвешке прешао у Данску, да је река Рајна у зиму 1069/70. године била под ледом од децембра до априла итд.

М а л о л е д е н о д о б а. - Археолошки и други индикатори показују да је епоха "малог климатског оптимума" у Северној Америци продужена до око 1300. године. Затим је наступило нагло захлађење. Ледене санте и брегови онемогућују пловидбу северним Атлантиком. Прекида се веза између Европе и Северне Америке, па Х. Колумбо открива "Нови континент" 1492. године, пуних 500 године после Лајфа.



Ск. 3. - Промена глобалне температуре у протеклих 400 год., по С. Шнајдеру и Ц. Масу (Клише: Climatic change; Cembridge; 1977.)

Fig. 3. - Change of global temperature during the past 400 years, according to S. Sneider and C. Maas.

Мало ледено доба представља доста дуго раздобље, од приближно 1450. до 1850. године. Опште узевши то је период са *релативно хладним летима и суровим зимама* који су само спорадично "нарушавали" краћи *ц и к л у с и* са нешто *повољнијим климатом.* Током читавог малог леденог доба површине под ледом на Арктику су се повећавале што је имало посебно тешке последице за становнике Гренланда и Исланда. Колоније Викинга на Гренланду и североисточним облама Северне Америке трагично завршавају. У периоду 1650-1850. год., лед окива обале Исланда од 22 до 40 недеља годишње, што најбоље говори о суровости климе ове епохе. Данска влада (1784. г.) озбиљно расправља о пресељавању Исланђана у Европу (**3**; 306).

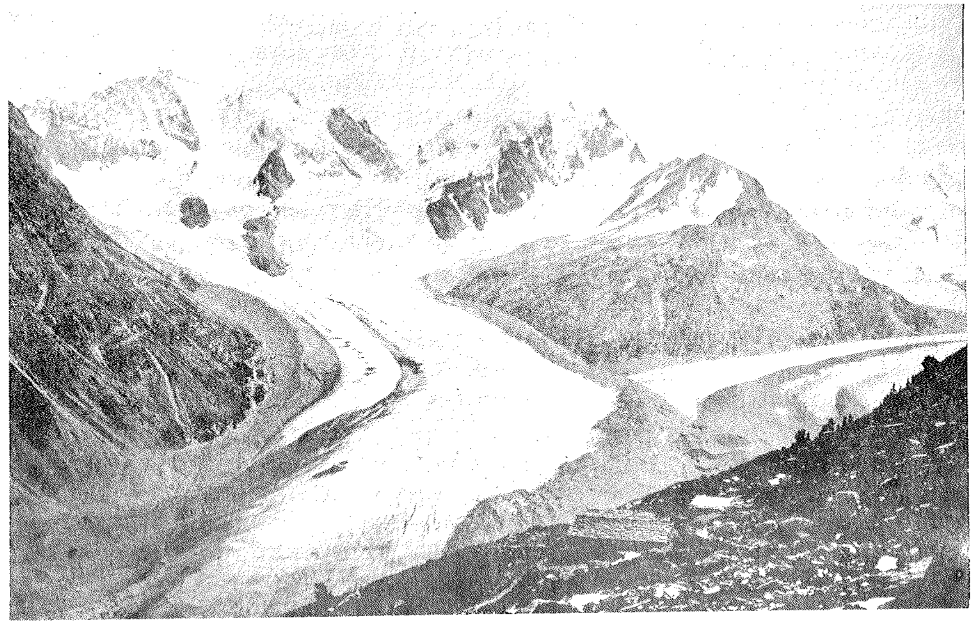
Температуре ваздуха над северним Атлантиком (северније од 50^{0}), биле су за 3^{0}C ниже од садашњих. У средњој Европи и Русији шуме се повлаче у ниже географске ширине, а број биљних врста у њима драстично се смањује. Зиме су врло хладне а лета свежа. Планински ледници у Европи, Азији и Северној Америци су у фази надирања. Хладне зиме постају карактеристика Средоземља. У већем *делу Етиопије први пут* је регистрована *појава снега.* Ниво Каспијског језера током читавог малог леденог

доба је висок и тако остаје све до 1800. г. На другој страни водостаји Белог Нила су ниски јер је зона екваторијалних киша, које изазивају поводње на Нилу, значајно померена према југу (**6**; 106).

Посебно је био *хладан 70-годишњи период* (1645-1715. г.), назван *минимум Маундера*, у коме су летње температуре у Европи биле за 1,5-2,0^{0}C ниже од садашњих. На Далеком истоку лета су била још свежија, у Јапану чак за 4^{0}C. Сурове зиме захватиле су западну и централну Европу. Велике реке и језера по 2-3 месеца окивао је лед. Северно море и Ламанш у другој половини XVII века покрива широк појас приобалног леда сваке зиме. У Енглеској и великом делу Европе, *зима 1683/84. године*, била је *најсуровија и "најдужа у читавом инструменталном периоду*, тј. у протеклим 300 година. Температуре ваздуха од октобра до марта имале су негативне вредности и у просеку за неколико степени су биле ниже од садашњих. Ово је по некима била и *најсуровија зима* у *читавом постглацијалном периоду*, односно *геолошкој садашњици* (**6**; 112).

Савремено отопљавање климата. – У последњих 150 година (почев од око 1850. г.), дошло је до *општег отопљавања климе* на Земљи, што пре свега потврђују инструментална мерења широм глобуса. Недавно је у Женеви (новембра 1988. г.) међународни скуп научника (експерата из 30 земаља), закључио да је садашња глобална температура ваздуха за 0,6^{0}C виша него што је била пре 100 године. (**8**). Значајније су порасле температуре у зимским него у летњим месецима. Такође, *осетније отопљавање* је регистровано у *вишим географским ширинама него* у пределима *ближе екватору*. Тако су у Санк Петербургу (Лењинграду) температуре у зимским месецима порасле за 2,7^{0}C а у летњим за 0,54^{0}C, док су у Украјини и Казахстану летње температуре више за 0,4^{0}C а зимске за 1,15^{0}C. У приобаљу Гренланда 40-тих година XX века температуре ваздуха, као и Артику у целини, биле су за 3^{0}C више од просечних. Површине под ледом у Северном Леденом океану који је припадао тадашњем Совјетском Савезу, биле су смањене за више од милион km^2 (**3**; 313).

После 40-тих година дошло је до убрзаног "захлађења", па је до краја 60-тих година половина нарасле топлоте од 1850. до 1940. године, која је по Willett-у на северној полулопти износила готово 1,2 ^{0}C (**9**; 36) била изгубљена. Међутим, почетком 70-тих година дошло је до наглог отопљавања, па се *декада 1981-1990. година узима за најтоплију на нашој планети током читавог инструменталног периода*. Наиме, почетком 1991. године Америчка *Национална управа за аеродинамику и космичка истраживања* (NASA) и Британски метеоролошки завод објављују да су 1990. г. просечне температуре на Земљи биле више од свих до тада забележених, а шест од седам најтоплијих година (за које постоји евиденција), биле су регистраоване између 1981. и 1990. године (**10**).





Ск. 1 и 2. – Ледник Чирва у Швајцарским Алпима 1877. – сл. 1 горе и 1977. год. – сл. 2 доле (К л и ш е: Geographica Helvetica, N 4; 1978; Bern)

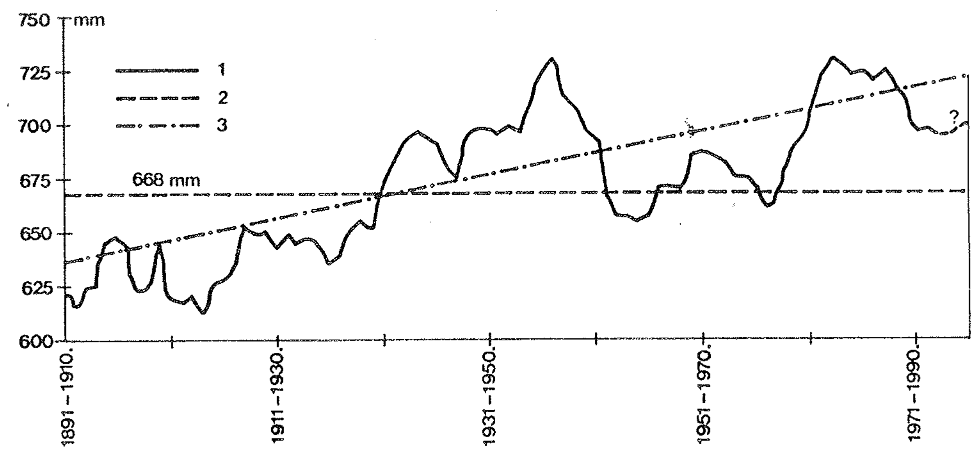
Phot. 1 and 2 – Glacier Cirva in Swiss Alps in 1877. (phot. 1 above) and in 1977. (phot. 2 below)

Сматра се да је савремено отопљавање углавном изазвано антропогеним факторима, односно повећаном концентрацијом угљендиоксида у атмосфери, до које је дошло због великог коришћења фосилних горива (угља, нафте, гаса), што је довело до стварања тзв. *е ф е к т а стаклене баште*. Док се нагли пораст температура (од 1920. до 1940. г.), објашњава изузетно малом замућеношћу нижих слојева стратосфере у првим деценијама XX века у којима готово да није било вулканских ерупција. Дакле, прозрачна атмосфера повећала је интезитет сунчевог зрачења, што је имало за последицу брз пораст температура. Међутим, утицај вулканске активности на температурни режим није тако једностран и једноставан. Истина после *ерупције вулкана Кракатау* (27. августа 1883. г.) *најснажније у историјском периоду*, велика количина честица дима и пепела је доспела у стратосферу. Ово је смањило прилив сунчеве зрачне енергије, па су температуре на нашој планети у наредних неколико година биле ниже од просечних. При вулканским ерупцијама емитује се и велика количина угљен-диоксида и других гасова који изазивају супротан ефекат.

Док температуре ваздуха имају тренд општег пораста, падавине у неким деловима света показују тенденцију пораста (западна Европа, јужни делови САД, западна Аустралија), у другима је присутан тренд њиховог смањивања: Африка, Јужна Америка, јужна и централна Азија (**10**). У сваком случају *савремене климатске промене довешће и до територијалне прерасподеле падавина*. Приметна је тенденција да се зоне падавина постепено померају ка периферним деловима континента, док у њиховим централним деловима, поготову у умереним ширинама, долази до изражаја тренд смањивања годишње суме падавина. Ово у великој мери потврђује и константно снижавање нивоа многих уворних језера током нашег столећа. Тако је од 1900. године ниво Каспијског језера опао за 3 m, Великог Сланог језера - 3,5 m, Мртвог мора - 4,5 m, Исик-Куљ језера - 4,3m, а језера Кингхај у северном Тибету чак за 11 m (**9**; 37). Велико Слано језеро за последњих 100 година изгубило је 50% масе своје воде, а површина Каспијског језера се смањила за 28 хиљада km² (**3**; 314).

Током протеклог столећа *отопљавање* је *захватило и наше крајеве*. Наиме, просечна температура ваздуха у Београду, за који постоји најдужи непрекидни низ осматрања (1888-1993. г.), износи 11,6°C. Када поменути период од 106 година поделимо на два полупериода од по 53 године, у првом (низ 1888-1940. г.), просечна температура је износила 11,4°C, да би у другом (низ 1941-1993. г.), достигла 11,9°C. Дакле, Београд је од краја прошлог века постао топлији за 0,5°C (**11**). Просечна 100 годишња сума падавина у Београду (период 1891-1990. г.), износи 668 mm. У првом полувековном низу (1891-1940. г.), она је била 645 mm, да би у другом (период 1941-1990. г.), "нарасла" на 685 mm. Према томе, *Б е о г р а д* постаје *све топлији и богатији падавинама*, као да се

приближава климатском оптимуму. Међутим, када је реч о падавинама за њихов режим није карактеристичан постепен пораст, већ наизменично смењивање влажнијих и сушнијих интервала различите дужине трајања. На пример, у последњем 11-то годишњем периоду (1983-1993. г.), који са просечном сумом падавина од 615 mm спада у ред изразито сушних, претходио је 19-то годишњи (1964-1982. г.), значајно влажнији период са просечном сумом падавина од 740 mm итд. (**12**, 36).



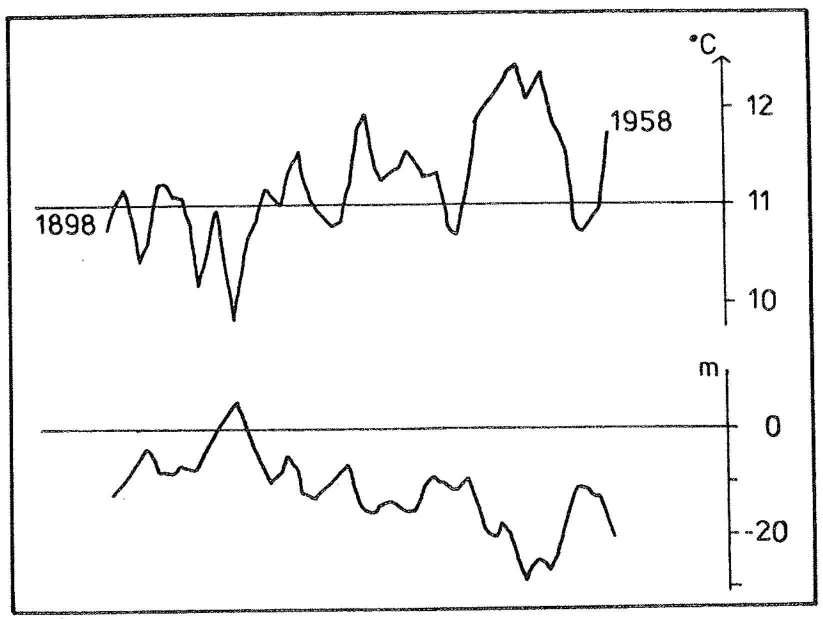
Ск. 4. - Колебање падавина у Београду у протеклих 100 година методом уравњавања по 20-годишњим просецима (**1**); стогодишњи просек (**2**); линеарни тренд падавина (**3**).

Fig. 4. - Vacillation of rainfalls in the Belgrade during the past 100 years using the method of equalizing for the average of 20 years (1); of 100 years (2); linear trend of rainfalls (3)

На савремено отопљавање климата, поготову у вишим географским ширинама, посебно указују миграције морских животиња. У Баренцовом и Карском мору "за кратко време, од неколико десетина година, дошло је до таквих промена у морској фауни које су обично карактеристичне за геолошка раздобља" (**13**, 113). Почев од 1919. године јата бакалара и других "топловоданих риба" редовно залазе у воде Гренланда, што је учинило да житељи највећег острва света промене своје традиционално занимање - лов и постану претежно рибари. Све даље ка северу, који очито постаје све топлији, мигрирају и птице. Тако на Фарска острва и Исланд од 1930. године долећу ласте, а од 1935. године Исланд настањују чворци (**3**, 314).

Повлачење планинских ледника у веће висине, као и смањивање запремине леда у њима, готово у свим ширинама, истина са неким изузетцима, за које би се могло рећи да "потврђују

правило", недвосмислено указује на савремено отопљавање климата. На пример, ледници на јужним падинама Кавказа (укупно их је 576 и сви заједно захватају површину од 432 km^2), 1870. до 1988. године смањили су своју дебљину у просеку за 21 m, масу леда за 40%, а укупну површину за 82 km^2. Сви су ледници у фази одступања - повлачења. Али, највише је скраћен ледник Твибер (3095 m), затим Квиси (2880 m) и Лекзир (2731 m), док је 40 циркних и висећих ледника сасвим отопљено - нестало. У масиву Алтаја, на планини Белухи (4.506 m) за 150 година (од 1835. до 1986. г.), најдужи ледник Геблер "повукао" се за 1574 m: до 1895. године смањивао је своју дужину за 6,4 m годишње, а од 1966. до 1985. године за 20 m. Планински масив звани Кордиљера Бланка (Перу), који лежи између 8°30' - 10° јужне географске ширине, са близу 700 ледника укупне површине од 732 km^2, представља највећи рејон савремене глацијације у тропима. У току последњих 40-50 година, чела свих ових ледника су се повукла за 200 до 500 m (**14**). Слично се понашају и ледници у Алпима. На пример, ледник Мер-де-глас средином XVII века отапао се на 1200 m, а сада на 1600 m надморске висине (**16**, 277). Отапањем планинских ледника широм глобуса, као и ледника на Артику и Антартику, ниво Светског океана у последњих неколико деценија "расте" брзином од око 1,5 mm годишње (**9**, 40).



Ск. 5. - Колебање температура ваздуха и дужине ледника у Алпима
Fig. 5. - Vacillation of air temperature and the length of glaciers in the Alps

З а к љ у ч а к. - *Климатска колебања током холоцена показују са се климат наше планете, узет у целини, може окарактерисати као непостојан - нестабилан.* Честе и брзе промене климата доводиле су до "померања" климатских зона, промена географске средине и пејзажа, па су чак утицале и на опстанак појединих људских група, култура и цивилизација. У сваком случају проблематика климатских колебања није академско-теоретско питање, већ је од изузетног практичног, па и егзистенцијалног значаја. Сетимо се само страховитих последица дугог безкишног периода у Сахелу (и уопште Африци), почетком 70-тих година, када је више од милион особа умрло од глади.

У протеклих 10 хиљада година издвојено је пет климатских фаза различитих одлика и дужине трајања. Свакако су различити и узорци који су изазивали ова климатска колебања. Њима се овом приликом нисмо бавили. Међутим, савремено отопљавање без сумње је у најтешњој вези са људском делатношћу. Наиме, велика потрошња фосилних горива (угља, нафте, гаса), довела је до повећане концентрације угљен-диоксида у атмосфери: са око 0,028% у 1850. години на 0,035% у 1985., што је изазвало тзв. ефекат стаклене баше. Сем тога, последњих деценија убрзано расте производња свих видова енергије која се у крајњој линији претвара у топлоту и тиме додатно загрева атмосферу.

Тренд *отопљавања*, по свему судећи *биће настављен и у првим деценијама 21. века*, па ће у његовој другој половини температуре ваздуха бити више за 1-3°C у односу на садашње (**15**, 45). Дакле, предстојеће оптопљавање "вратиће" нас у "климатски оптимум холоцена" из периода од пре 5000-7000 година. Да ли ће то бити "добро" или "лоше"? Овом приликом о томе не можемо расправљати, Ипак, логично је закључити да ће "нови климатски оптимум" представљати *повољнији и пријатнији климат* за Земљу у целини и брзорастуће човечанство. Свакако биће предела на Земљи у којима ће се савремени климатски трендови и предстојеће опште отопљавање негативно одразити.

ЛИТЕРАТУРА

1. K o s t a P e t k o v i ć: *Osnovi opšte geologije;* knj. 2; Zavod za izdavanje udžbenika; Beograd; 1965.

2. Д у ш а н Г а в р и л о в и ћ: *Палеогеографија*; Географски факултет; Београд; 1988.

3. J ü r g e n B l ü t h g e n: *Allgemeine Klimageographie;* Berlin; 1966, односно География климатов, том 2; Москва; 1973. (руски превод).

4. А н д р е й В е л и ч к о: *Глобальн+ е изменения климата и реакция ландшафтнои оболочки;* Известия, Серия географическая, 5, Академии наук СССР; Москва; 1991.

5. А л е к с е и Б я л к о: *Наша планета - Земля;* Библиотечка "Квант", в+ п . 29; Москва; 1983.

6. J o h n   G r i b b i n i dr.: *Climate change;* Cambridge, 1977; односно Изменения климата; Гидрометеоиздат; Ленинград; 1980 (руски превод).

7. W a n g   J i a n: *"Faktor interpretation method" and quantitative analysis of climatic changes over the lasta 12000 years in China;* Реферативиы й журнал; 7; Москва; 1991.

8. F l a v i n   C h i s t o p h e r: *Slowing global warming;* Реферативны й журнал, 7; Москва; 1991.

9. Р у д о л ф   К л и г е: *Изменения на нивото на океана и световни воден баланс;* Проблеми на географията II, Н^{0}. 1; Българска академия на науките; София; 1976.

10. J o h n   T r e f i l: *Buduća klima za Zemlji;* Pregled, br. 256; Ambasada SAD u Beogradu; Beograd; 1992.

11. Т о м и с л а в   Р а к и ћ е в и ћ: *Клима Београда и тренд глобалног климата;* Зборник радова, св. 44; Географски факултет; Београд; 1994.

12. Т о м и с л а в   Р а к и ћ е в и ћ: *О аномалијама падавина у Београду;* Гласник, св. LXXIV, бр. 1; Српско географско друштво; Београд; 1994.

13. Н и н а   К о б + ш е в а и др.: *Климатология;* Гидрометеоиздат; Ленинград; 1980.

14. G a v i n   K a s e r   i dr.: *Glacier fluctuations and climate in the Cordillera Blanca,* Peru; Annals Glaciol, Vol. 14: Cembridge; 1990. – prema Рефератив+ й журнал, 7, Москва; 1991.

15. М и х а и л   Б у д + к о и др.: *Ожидаем+ е антропоген+ изменения глобалного климата,* Известия, Серия географическая, Н^{0}. 5, Академиа наук СССР; Москва; 1989.

16. Д у ш а н   Д у к и ћ: *Климатологија;* Научна књига; Београд; 1981.

S u m m a r y

Tomislav Rakićević

A CHANGE OF CLIMATE IN GEOLOGY TODAY – THE HOLOCEN

The variation of the climate in the course of the holocen, the youngest period in the geological history of the earth, confirmed that the change (and the irregularity) of the earth's climate are caracteristic of our planet. A five climatic phases was devided in the holocen (during last 10.000 years): postglacial climatic optimum, temperature was 1-2^{o}C higher then new in culmination (7000-5000 years before); afterwards cooler "iron age" as a second climatic optimum in the early Middle Agge(with maksimum in 1000-1200 years New Age); "shot ice age" that was begun about 550 years, and the end contemporary ice melting period (from second part of XIX century).

Over the last 100-150 years rthe warming e.g. the average temperature has rised in our country also. Systematic observation of climatic elements in Belgrade has been done since of August 1887. The climate of Belgrade in the last 106 years (1888-1993) has become warmer by 0,5^{o}C. Average air temperature in Belgrade totalled 11,6^{o}C (for the period of 1888-1993). Average precipitation height in Belgrade for the period of 1891-1990 totalled 668 mm the tendency of permanent increase during the last century. During the period (1891-1940) the average precipitation in Belgrade totalled 645 mm, and during the period (1941-1990) it was 685 mm. The example of Belgrade shows that the temperature and precipitations oscillations in the course of the last century were influenced not only by anthropogenous, but also by natural factors.